Über die Blutkörperchen der Insekten.

Von Dr. **V. Graber,**
Privatdocent an der Universität in Graz.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. Mai 1871.)

Da über die Natur der geformten Blutbestandtheile bei den Insekten bisher nur ganz vereinzelte und grösstentheils dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft wenig entsprechende Angaben vorliegen, so glaube ich einem wirklichen Bedürfniss abzuhelfen, indem ich hiermit die Resultate meiner diesbezüglichen Studien mittheile [1].

---

[1] Von Schriften, welche auf unseren Gegenstand Bezug haben, mögen hier, soweit sie nicht später gelegentlich zur Sprache kommen, nur einige der wichtigsten angeführt werden.

Kirby, Entomologie 4. Bd. Artikel Kreislauf.

R. Wagner, Nachträge zur vergleichenden Physiologie des Blutes, Archiv f. Anat. u. Phys. 1838 p. 40.

Newport, On the structure and development of the blood. 1. ser. The development of the bloodcorpuscles in Insects and other Invertebrata and its comparison with that of Man and the Vertebrata (ann. of nat. hist. XV. 1845. p. 281—284).

E. Haeckel, Über die Gewebe des Flusskrebses. Archiv für Anat. u. Phys. 1857.

H. Dohrn, Analecta ad historiam naturalem Astaci fluviatilis. Berlin 1861.

A. Rollett, Zur Kenntniss der Verbreitung des Haematin. (Diese Ber. Bd. 44, II. Abth.)

H. Landois, Beobachtungen über das Blut der Insekten (Zeitschrift f. wissensch. Zoologie 14. Bd. p. 55—70).

Diese Beobachtungen beziehen sich zum grössten Theile auf die im verdunstenden Blute erscheinenden Krystalle, welche Landois auf drei Tafeln abbildet und von denen er behauptet, dass sie alle organischer Natur seien. Meine Untersuchungen stellten heraus, dass die mittelst der von Landois angewandten Methoden erhaltenen Krystalle der Mehrzahl

Wie vorauszusehen, ist die Beschaffenheit der Blutkörperchen keineswegs bei allen Insekten eine übereinstimmende und so blieb mir, um doch zu annähernd allgemein giltigen Resultaten zu gelangen, kein anderer Ausweg, als eine möglichst grosse Anzahl von Species zu untersuchen.

Im Ganzen haben wir nun allerdings nur einige fünfzig Insektenarten und dazu noch etliche andere Gliederfüssler, sowie ein paar Gastropoden berücksichtiget, von mindestens einem Dutzend Arten aber nicht etwa blos einzelne, sondern Hunderte von Präparaten mikroskopirt.

Ich schicke etliche Bemerkungen über die Wahl der nach meiner Erfahrung für unsere Studien besonders passenden Insekten voraus. Ist dieselbe doch eine sehr wesentliche Bedingung für eine erfolgreiche Untersuchung, da bei mangelndem Materiale nur zu oft zweifelhafte und einseitige Anschauungen resultiren.

In erster Linie möchte ich da nun, vorzüglich wegen ihrer meist beträchtlichen Grösse und Blutmenge, dann wegen der Allgemeinheit und Häufigkeit ihres Vorkommens und der Leichtigkeit ihres Fanges die Geradflügler, besonders aber gewisse Akridier und Locustiden nennen, von denen viele Arten von Beginn des Sommers (und stellenweise schon früher) bis Ende November zu jeder Tageszeit und fast überall in beliebiger Anzahl und in kürzester Zeit gesammelt werden kann. Speciell führe ich an: *Stenobothrus*-Arten, namentlich *variabilis, pratorum*, mehr gegen den Herbst *dorsatus;* ferner *Caloptenus italicus*, dann manche *Pezotettix-* und *Oedipoda*-Arten. Aus der Gruppe der Laubheuschrecken dürften zu empfehlen sein: *Decticus verrucivorus*, *Locusta viridissima*, manche *Platycleis*-Species, auch *Thamnotrizon-*, *Ephippigera-* und *Odontura*-Arten.

Aus der Classe der Käfer: manche Lamellicornien, Wasserkäfer, Carabiden u. a. Die grossen Raupen mancher Schmetter-

---

nach unorganischer Natur seien. Namentlich finden sich dem ersten Anschein nach ganz verschieden gebildete ClNa-Krystalle. Ausserdem wies ich nach Krystalle von Chlorkalium, kohlen- und schwefelsaurem Kalk, sowie von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia. Wahre Haematinkrystalle konnte ich niemals darstellen, wohl aber liessen sich harnsaure Verbindungen sowie reine Harn- und Hippursäure erkennen.

linge würden ausserdem, dass sie für die chemische Untersuchung grosse Blutmengen liefern, auch zu Studien über den Zusammenhang der Blutkörperchenbildung mit der Entwicklung der Insekten besonders geeignet sein.

Was die Methode, das Blut aus dem Körper zu entleeren, anlangt, so ist jedenfalls jene die beste, bei der voraussichtlich dasselbe am wenigsten mit fremdartigen Elementen in Berührung kommt. Den meisten Insekten habe ich durch Abschneiden der Fühler und Beine ihr Blut entzogen, letzteres namentlich bei den Raupen. In kürzester Frist erhält man fast sämmtliches Blut von den grösseren Heuschrecken, wenn man mit einer scharfen Scheere die Cuticula am Scheitel wegschneidet, nur muss stets die Vorsicht gebraucht werden, dass sich der hervorquellende grosse Blutstropfen nicht mit dem gleichzeitig häufig entleerten Saft des Oesophagus vermischt. Auch darf kein allzugrosser Druck auf den Körper ausgeübt werden, weil sonst Bestandtheile des Fettgewebes und der Geschlechtsdrüsen hervorgepresst werden.

Da man von einem Individuum selten mehr als einen grösseren Blutstropfen erhält, so wird man nach Bedarf mehrere Exemplare nehmen müssen, um eine genügende Blutmenge zu erzielen, die am zweckmässigsten sogleich auf das Objectglas übertragen und dann in eine dünne Schichte ausgebreitet, entweder mit oder ohne Bedeckung untersucht wird.

Um die allmälige Einwirkung von Reagentien auf die Blutkörperchen zu studiren, habe ich mich gewöhnlich der bekannten Durchtränkungsmethode, d. h. eines an den linken Rand des Deckglases scharf angepassten Filtrirpapierstreifens bedient. Auf diese Methode beziehen sich auch meine Angaben, falls nicht ausdrücklich ein anderer Modus erwähnt wird [1].

Was die angewendeten Zusatzflüssigkeiten betrifft, so sind dort, wo der Concentrationsgrad derselben nicht ausdrücklich angegeben wird, immer gesättigte Lösungen chemisch-reiner Substanzen zu verstehen.

---

[1] Bekanntlich ist die Reaction eines mikroskopischen Gegenstandes bezüglich einer und derselben Zusatzflüssigkeit bei verschiedener Art und Weise der Mischung häufig eine sehr variirende.

1. Durchschnittliche Zahl der Blutkörperchen.

Dieselbe lässt sich für eine bestimmte Species schon deshalb nicht auch nur annähernd bestimmen, weil sie, was auch H. Landois hervorhebt, bei verschiedenen Individuen sehr ungleich ist[1]. Soviel kann aber wohl schon jetzt behauptet werden, dass die Zahl der Insektenblutkörperchen verhältnissmässig geringer sei als die der geformten Bestandtheile im Blute der meisten Vertebraten.

Bei manchen Species und Individuen (*Stenobothrus dorsatus, Cossus ligniperda*) ist dieselbe aber immerhin so beträchtlich, dass wenn der Blutstropfen durch ein Deckglas in eine dünne Schichte ausgebreitet wird, die Blutkörperchen mindestens den vierten Theil des ganzen Gesichtsfeldes bedecken.

---

[1] Derselbe in Gemeinschaft mit Dr. L. Landois („Über die numerische Entwicklung der histologischen Elemente des Insektenkörpers" in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie v. Siebold u. Kölliker, 15. Bd. p. 307 ff.) glaubt „zum sicheren Resultat gekommen zu sein", dass die „Blutzellen" der Pappelschwärmerraupe mit dem Wachsthum der letzteren stets an Anzahl wachsen und kurz vor der Einpuppung am Reichlichsten vorkommen.

In der Puppe selbst dagegen verschwindet ein grosser Theil derselben und diese Verminderung erreicht ihren höchsten Grad beim geschlechtsreifen Imago. Meine Beobachtungen an *Sphinx ligustri* scheinen theilweise diese Forschungen zu bestätigen.

Einer weiteren und sorgsamen Prüfung wird aber die fernere Behauptung der Genannten bedürfen, nach welcher die Grösse der „Blutzellen" nach den ersten Larvenstadien am kleinsten wäre, eine Erscheinung, die L. daraus erklärt, dass in dieser Epoche „eine bedeutende Vermehrung der Blutzellen durch Theilung stattfindet". L. gibt speciell folgende Aufzeichnungen.

Am	8.	Juli	Länge d. Pappelschwärmerraupe	75	Mm., Blutzellen	0·015 Mm.
„	11.	„	„	13	„	0·010
„	12.	„	„	14	„	0·013
„	16.	„	„	19·6	„	0·015
„	22.	„	„	21	„	0·015
„	3.	Aug.	„	45	„	0·015

2. Gestalt der Blutkörperchen.

Über die Gestalt der Blutkörperchen bei den von mir untersuchten Insekten und anderen Wirbellosen kann ich im allgemeinen nur mittheilen, dass dieselbe, häufig auch innerhalb eines und desselben Thieres, sehr schwankend ist, indem wir fast allen erdenklichen Übergängen von einer dünnen oder mehr biconvexen kreisrunden Scheibe in langgestreckte, selbst ausgesprochen stäbchenförmige Gebilde beobachtet haben, ohne dass letztere etwa auf seitliche Ansichten mehr flächenhaft entwickelter Gestalten zu beziehen wären, oder in ihrer gesammten Beschaffenheit sich wesentlich von den mehr runden Körperchen unterscheiden möchten. Ein ausgezeichnetes Beispiel für diesen Formenwechsel mögen uns einige der in Fig. 18 abgebildeten Blutkörperchen einer leider unbestimmten grossen *Asylus*-Art bieten. Auch die Larven der Phryganiden und Ephemeren liefern in dieser Beziehung sehr lehrreiche Beispiele.

Verhältnissmässig am häufigsten in jeder Beziehung habe ich kreisrunde und elliptische, dann birn- und eiförmige Gestalten beobachtet. Viele Körperchen zeigen auch eine spindelförmige Gestalt, die mitunter stellenweise stark ausgebauchten Stechhebern nicht unähnlich wird (1 *c*, 18 *b*, *c*). Manche der letztgenannten Gebilde gleichen namentlich den im frisch abgelassenen Blute der Frösche enthaltenen „Spindelzellen", mit welchen sie auch die Eigenschaft theilen durch längeres ruhiges Liegen in dem Blutserum kürzer und dicker zu werden[1].

Als grosse Seltenheit sah ich sternförmig verzweigte sogenannte amoebenartige Blutkörperchen (22 *b'*, *d*; Fig. 24 u. 26 *e*). Vorwiegend biconvexe kreisförmige Scheibchen fand ich im Blute von: *Gryllus campestris* L.[2], *Oecanthus pellucens* Scop., *Platycleis grisea*[2] Fabr. und *P. brevipennis* Chp., *Decticus ver-*

[1] Alex. Golubew. Über die Erscheinungen, welche elektrische Schläge an den sogenannten farblosen Formbestandtheilen des Blutes hervorbringen (diese Berichte 1868, II. Abth.).

[2] Die jungen und ausgewachsenen Thiere zeigten bezüglich der Blutkörperchen dieselben Verhältnisse.

rucivorus L., *Locusta viridissima* L.[1], [2], *Thamnotrizon cinereus* Zett. (in manchen Individuen fast die Hälfte der Körperchen auch elliptisch und spindelförmig), *Ephippigera vitium* Serv. (viele ellipt. u. spindelf.), *Phaneroptera falcata* Scop., *Odontura serricauda* Fabr. — *Stenobothrus variabilis* Fieb. (I. *St. dorsale*), *St. pratorum* Fieb. *Tettix bipunctata* L., *Oedipoda coerulescens* Burm. (viele elliptisch u. spindelf.), *Pezotettix mendax* Fisch. Fr. (viele spindelf.).

Cantharis dispar Fab., *Lina populi* L. (ausgezeichnet dadurch, dass fast alle Körperchen in Gestalt und Grösse übereinstimmen), *Carabus cancellatus* Illg.

Saturnia pyri Borkh. (ausgew. Raupe), *Sphinx ligustri* L. (ausgew. Raupe u. Puppe), *Cossus ligniperda* (Raupe), *Musca domestica* L., *Asylus* (?), *Tipula hortensis* (manche elliptisch und spindelförmig).

Cimex prasinus L. (viele ellipt. u. spindelf.), *Syromastes marginatus* L. (viele spindelf.).

Anax formosus Leach. — *Julus sabulosus* L., *Lithobius forficatus* L. (manche elliptisch), *Phalangium Opilio* L., *Epeira diadema* L. (die kreisenden Blutkörperchen erscheinen etwas elliptisch). *Helix austriacus, verticillus* und *pomatia*[3].

---

[1] Die jungen und ausgewachsenen Thiere zeigten bezüglich der Blutkörperchen dieselben Verhältnisse.

[2] Blanchard spricht den Blutkörperchen des Heupferdchens eine etwas eiförmige (peu ovoide) Gestalt zu.

[3] Das durch Abschneiden der Fühlhörner erhaltene Blut der Schnecken ist stets mit reichlichem Schleim gemengt, in welchem zahlreiche länglich-elliptische 0·01 lange und 0·003 Mm. breite farblose Zellen schwimmen. Werden sie mit Wasser gemengt, so gehen sie allmälig in Kügelchen von 0·005 Mm. Durchmesser über (Fig. 22 a_1—a_5). Bei Zusatz von Essigsäure quellen sie ausserordentlich rasch auf und erscheinen schliesslich in Gestalt deutlich doppeltconturirter meist elliptischer Platten deren Längsdurchmesser jenen der frischen Schleimzellen meist um das zwei- bis dreifache übertrifft. Viele davon zeigen locale Einschnürungen. Andere sind am Rande aufgestülpt oder zeigen ein durch Faltung entstandenes Balkenwerk.

Die Blutkörperchen dagegen sind verhältnissmässig spärlich vertreten, alle von fast gleicher Gestalt und Grösse mit einem mittleren Durchmesser von 0·008 Mm. Die Mehrzahl derselben ist deutlich aber fein granulirt. Nach Essigsäure scheidet sich die Substanz derselben in eine mittlere

Meist elliptisch sind die Blutkörperchen von: *Thammotrizon apterus* Fabr., *Chrysochraon brachyptera* Oesk., *Caloptenus italicus* L., *Stenobothrus dorsatus* Zett. und *variabilis*. *Melolontha vulgaris* L., *Formica rufa* L. und *Oniscus scaber*.

Am häufigsten spindelförmig sind die Blutkörperchen von: *Thamnotrizon cinereus* (III. St.), *Stetheophyma grossum* L., *Cetonia aurata* L., *Zabrus gibbus* F. (viele kreisrund und birnförmig), *Mormidea nigricornis*, ferner bei Phryganiden- und Ephemeren-Larven.

Besonders auffallend sind mir die kurzstäbchenförmigen, fast farblosen und scheinbar aus homogener Masse bestehenden Blutkörperchen von *Staphylinus caesareus* Cedr. vorgekommen. Dieselben (Fig. 19 *a*) sind bei 0·008 Mm. lang, 0·0016 Mm. breit und zeigen nach Essigsäureeinwirkung keinerlei Kern. Ausserdem findet man eine verhältnissmässig weit geringere Zahl kreisrunder Scheiben (19 *b*) von 0·007 Mm. Durchmesser, die mit den genannten Reagens behandelt einen deutlichen Kern hervortreten lassen (19 *b'*).

Vereinzelte amoebenartige Blutkörperchen beobachtete ich nur bei *Saturnia pyri*, *Syromastes marginatus* und *Sphinx ligustri* (Puppe), ferner bei *Helix pomatia* und *verticillus*. Leydig fand solche Körperchen theilweise mit sehr langen, strahlenförmigen Ausläufern bei der Larve von *Corethra plumicornis*[1], Haeckel[2] beim Flusskrebs.

3. Grösse der Blutkörperchen.

Dieselbe zeigt bei den von mir untersuchten Arten im Ganzen sehr bedeutende Schwankungen und nicht viel minder beträchtlich sind die Grössendifferenzen der geformten Blutelemente bei einem und demselben Individuum und innerhalb einzelner Arten. Als Beispiel führe ich die schon früher erwähnten

---

grosse dunklere granulirte Partie (Kern) und in einen äusseren schmalen hyalinen Ring (22 *b''*). Durch längeres Stehen erhalten manche Blutkörperchen strahlenförmige Fortsätze (22 *b'*).

[1] Abbildungen derselben finden sich in seinem „Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere“ 1857. pag. 434, Fig. 215, A. d.

[2] L. c. Fig. 17.

steckheberartigen Blutkörperchen eines grossen *Asylus* an, deren grösste Formen mitunter einen Durchmesser von 0·06 Mm. erreichen, während die kleinsten derselben Art bei 0·015 Mm. betragen[1] und die kreisrunden Blutscheiben von *Lina populi* nur 0·006 Mm. messen.

Am häufigsten fand ich Blutkörperchen, deren Parameter 0·009—0·015 Mm. misst.

Ich lasse hier eine Zusammenstellung der untersuchten Thiere nach der Grösse des längsten Durchmessers ihrer Blutkörperchen folgen, wobei als Regel angenommen werden kann, dass die angegebenen Maxima den langgestreckten, die Minima dagegen den mehr kreisrunden Formen einer und derselben Species entsprechen. Die Anwendung der abgekürzten Artnamen wird nach der vorausgegangenen Aufzählung ohne weiteres verständlich sein.

Längster Durchmesser (L. D.) 0·006—0·008 Mm.:

Lina pop., Car. cancell., Phal. Opilio (vereinzelte haben auch eine Länge bis zu 0·024 Mm.).

L. D. 0·008—0·01 Mm.:

G. campestris, Chrys. brach. (die kreisrunden), *Pl. grisea, L. viridiss., Oec. pellucens, Phan. falcata, Tettix bipunctata*[2], *Th. cinereus* (die kreisrunden), *Cetonia aur.* (kr. r.), *Zabrus gibbus* (kr. r.), *C. dispar, Cossus lignip., Sphinx lig.* (Puppe, Fig. 26 *abc*), *Syr. marg., Julus sab., Lith. forfic., E. diadema, Limax agrestis, Helix austriacus.*

L. D. 0·011—0·014 Mm.: *Dect. verruc.* (kr. r.), *Loc. viridiss.* (*I. St. dorsale*), *Eph. vitium* (kr. r.), *Th. apterus, Chrys. brach.* (spindelförmige und elliptische), *Oedip. coerul.* (kr. r.), *Cal. italicus, Sat. pyri, Musca dom., Typula hort., Cimex pras., Morm. nigricornis, Anax form., Oniscus scaber, Helix verticillus.*

L. D. 0·012—0·022 Mm. (fast durchgehends Blutkörperchen von elliptischer und spindelf. Gestalt): *Eph. vitium. Th.*

---

[1] Es sei noch ausdrücklich erwähnt, dass diese riesigen Blutkörperchen durch zahlreiche Übergangsstufen in solche von blos 0·015 Mm. Durchmesser übergehen.

[2] An einem anderen Individuum hatten die Blutscheiben einen Parameter bis zu 0·02 Mm.

ciner., Oedip. coerul., Pezotettix mendax, St. grossum, Z. gibbus, C. fusca. Phryganea- und *Ephemera*-Arten.

L. D. 0·017—0·026 Mm. (meist langgestreckte Blutkörperchen): *Sten. variab., pratorum* (auch kreisrunde), *dorsatus, L. viridiss., P. brevip., C. aurata, T. bipunct., Asylus (?), Phryganea striata, Ephemera vulgata.*

L. D. 0·012—0·035 Mm. (!): *Th. cinereus* (III. St.), *Sten. dorsatus, variabilis.*

L. D. 0·027—0·03 Mm.: *Mel. vulgaris* (fast sämmtlich Körperchen von nahezu gleichem Durchmesser).

L. D. 0·06 (!) Mm.: Manche langgestreckte Blutkörperchen von Asylus.

4. Allgemeine Beschaffenheit der Blutkörperchen.

Soll ich vorerst den Gesammteindruck bezeichnen, den die Blutkörperchen der meisten früher aufgezählten Species unter den verschiedensten Einflüssen auf mich gemacht haben, so gestehe ich, obwohl im directen Widerspruch mit H. Landois, Gerstäcker und Haeckel[1] und anderen Entomotomen, an denselben nicht das Bild einer nach dem Schwann'schen Schema gebauten Zelle erkannt zu haben, und ich hoffe, die folgenden Erörterungen werden die Richtigkeit meiner Anschauung nicht widerlegen.

Unsere Körperchen erscheinen vielmehr im frischabgelassenen Blute in ihrer ganzen Ausdehnung von nahezu gleicher Beschaffenheit, womit ich vor allem sagen will, dass dieselben keine Differenzirung in einen „aus sichtbar nebeneinander liegenden Theilen gebildeten Balg", und einen davon eingeschlossenen fest-flüssigen Inhalt erkennen lassen, in welchem abermals ein der ganzen Zelle ähnliches Gebilde, ein sogenannter Kern eingebettet liegt.

---

[1] L. c. Auch Weissmann spricht dem Blute der Fleischfliegenlarve bläschenförmige Körperchen zu, in welchen ein zusammengeballter Inhalt zu bemerken ist. (Die nachembryonale Entwicklung der Musciden etc.; Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 14. Bd.)

Die Abwesenheit einer besonderen Hülle schliesse ich zunächst aus der Beschaffenheit des Contours unserer Elementarorganismen, wenn es überhaupt nothwendig ist, die Nichtexistenz von Etwas zu beweisen, dessen Existenz nicht bewiesen worden ist. Ich sah nämlich denselben niemals in Gestalt einer scharfen glatten dunkeln Linie, wie ihn Landois (l. c.) seinen „Blutzellen" zuschreibt, sondern mir schien der Rand der Blutkörperchen bei allen hierauf näher und bei verschiedenen Vergrösserungen (100—1500fachen) untersuchten Insekten (*Stenob.*-Arten, *Ephippigera*), wenn ich mich so ausdrücken darf, dargestellt aus denselben abwechselnd lichteren und dunkleren punktförmigen Fleckchen, wie dieselben an der ganzen Oberfläche unserer Körperchen vorkommen (Fig. 12*).

Ausser diesem Unterschied von mehr und weniger lichtbrechenden Partien in der jedenfalls aus weicheren und festeren Molekülen gebildeten Substanz der Blutkörperchen bemerkt man häufig einen, wenn auch mitunter kaum nennenswerthen gelblichen Anhauch. Speciell notirte ich mir einen solchen Stich ins Gelbliche bei den Blutkörperchen der meisten Geradflügler, dann bei *C. aurata, Sphinx ligustri, Cossus ligniperda, Musca domestica, Epeira diadema, Oniscus scaber*; fast völlig farblos dagegen fand ich die geformten Blutbestandtheile bei *Mormidea nigricornis, Syromastes marginatus, Oecanthus pell.* u. a. m.

Die Ursache der erwähnten gelblichen Farbe glaubte ich in der Mehrzahl der Fälle mit Bestimmtheit auf die Anwesenheit winziger, manchmal fast staubartiger Kügelchen beziehen zu können, mit denen die Oberfläche der Blutkörperchen besetzt ist, gleichgiltig, ob dieselben im frisch abgelassenen Blute oder erst nach längerem Stehen beobachtet werden [1].

Bei solchen Insekten erscheint nämlich die Oberfläche der Blutkörperchen von einem graulichen aus unregelmässigen lichteren und dunkleren punkt- und fleckenförmigen Stellen gebildeten Grundton oder wir haben ein, scheinbar wenigstens, ganz

---

[1] Auch die Blutflüssigkeit zeigt in der Mehrzahl der Fälle, in grösseren Mengen, eine schwachgelbliche Färbung; eine mehr grünliche wahrscheinlich von Chlorophyll herrührende Farbe findet sich namentlich bei phyto phagen Insekten, z. B. den Akridiern.

homogenes Stratum vor uns, aus welchem mehr minder dicht gedrängte, ziemlich scharf kreisförmig umschriebene gelbliche Flecken hervorglänzen (Fig. 1 *a—g*). Wird der Tubus aus der mittleren in eine höhere Einstellung gebracht, so nimmt der Glanz und die Helligkeit dieser Partien zu, während sie bei tieferer Einstellung dunkler erscheinen. Es unterliegt demnach keinem Zweifel, dass wir hier, worauf schon der erste oberflächliche Eindruck hinweist, halbkugelförmige Erhebungen an der Oberfläche der Blutkörperchen vor uns haben, die wir wegen der gelblichen Färbung, welche sie in ihrer Gesammtheit den Blutkörperchen ertheilen, und wegen ihres Verhaltens in Schwefeläther, heissem Alkohol, Essigsäure u. s. w., für unverseifte Fettmoleküle ansehen, die an den ganz homogen erscheinenden Formbestandtheilen des Blutes der Ligusterschwärmerpuppe (Fig. 26) durch ihre in grösseren Gruppen fast hyacinthrothe Färbung besonders in die Augen fallen. Die grössten dieser Fetttröpfchen haben einen Durchmesser von vielleicht höchstens 0·002 Mm., nur ganz ausnahmsweise finden sich (Fig. 1 *f*) solche bis zu 0·003 Mm.

Nicht selten beobachtet man auch Blutkörperchen, deren Contour aus perlschnurartig aneinander gereihten Kügelchen besteht, wodurch dieselbe ein sehr fein gekerbtes Aussehen erlangt, aber auch leicht zu Irrungen Anlass bieten kann, insoferne manche dieser Tröpfchen in einander geflossen sind und dann stellenweise oder am ganzen Umfang der Blutkörperchen einen glatten dunklen Contour, einer sogenannten Zellhülle entsprechend vorspiegeln.

Eine über jeden Zweifel erhabene Deutung gestatten auch die intensiv ölgelb gefärbten Blutkörperchen der Maikäferlarve und der *Adimonia tanaceti*.

Die der Mehrzahl nach elliptischen Blutscheiben der Maikäferlarve (Fig. 20) sind bis auf einen verhältnissmässig kleinen klaren unregelmässigen Fleck in der Mitte ganz dicht mit hellglänzenden gelblichen Kügelchen behaftet, die manchmal über die Randlinie des Körperchens stark heraustreten und gewöhnlich auch in der Umgebung des Körperchens als frei schwimmende Tröpfchen beobachtet werden. Dass die von den Fettmolekülen entblösste mittlere Partie keineswegs immer für einen Zellkern gehalten werden darf, geht daraus hervor, dass der

genannte Fleck bei sonst gleichgrossen und gleichgestalteten Blutkörperchen eine sehr verschiedene Flächenausdehnung und Gestalt zeigt, und man z. B. auch Blutkörperchen begegnet, bei welchen nur der Rand mit perlschnurartig aneinander gereihten Fettkügelchen besetzt, der übrige Theil dagegen davon ganz frei erscheint. Ich vermuthe fast, dass ähnliche Vorkommnisse H. Landois zur Annahme und Zeichnung von mit Kernen versehenen Blutzellen veranlasst haben mögen, umsomehr, da er nirgends des Vorkommens von Fetttröpfchen an den Blutkörperchen der Insekten Erwähnung thut, dieselben also wahrscheinlich für Granulationserscheinungen oder vielleicht anhaftende Eiweisströpfchen genommen hat[1].

Im allgemeinen von ähnlicher Beschaffenheit sind die im Blute von *Adimonia tanaceti* vorkommenden Formelemente. Das Blut dieses Käfers zeigt eine tief pomeranzengelbe Farbe. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass letztere von den zahlreichen, theils kreisrunden, theils mehr elliptischen Körperchen herrühre, deren Durchmesser von 0·017—0·008 Mm. schwankt, gewöhnlich aber 0·014 Mm. misst. Die Oberfläche dieser Körperchen (21 *a*) ist mit ähnlichen Fetttröpfchen und auch in ganz analoger Weise besetzt, wie wir das beim Maikäfer beschrieben haben. Als Substrat der Fettkügelchen erkennt man ein fast farbloses, beinahe homogen erscheinendes oder nur sehr fein granulirtes Plasmaklümpchen. Durch eine geeignete Verrückung des Deckglases ist man im Stande, manche dieser Körperchen vollständig oder doch theilweise von den anhaftenden Fettelementen zu befreien. Wird Essigsäure zugesetzt, so scheinen die meisten Körperchen ganz unverändert zu bleiben, nur kommt es manchmal vor, dass die den Saum der Körperchen bildenden Fetttröpfchen in einander fliessen, in Folge dessen der Rand stellenweise glatt erscheint.

Bei Ätherzusatz verlieren viele Blutkörperchen gleichfalls ihr Fett. Vollständig reinigte ich dieselben aber von den anhaftenden Fettpartikelchen dadurch, dass ich zur Blutflüssigkeit ein Gemisch von Äther und Essigsäure zusetzte und allmälig das

---

[1] Wie ich nachträglich sehe, spricht Haeckel (l. c.) den Körperchen des „Blutgewebes“ im Flusskrebs gleichfalls mehr weniger zahlreiche Fetttröpfchen zu.

Ganze auf dem erwärmbaren Objecttisch bis zum Sieden des letztgenannten Reagens erhitzte. Nach dieser Operation erschienen die sogenannten Blutkörperchen unseres Käfers den fettlosen oder doch fettärmeren Blutscheiben der meisten übrigen Insekten ganz ähnlich (21 *b*); dasselbe Resultat erzielte ich auch durch Anwendung von Kalilauge und Äther.

Bezüglich der Blutkörperchen der genannten zwei Käfer ist aber noch ein anderer Umstand nicht zu vergessen. Es scheint nämlich, dass die geformten Blutelemente der bezeichneten Species mit den Blutkörperchen der meisten übrigen von mir geprüften Insekten insoweit nicht in eine Reihe gestellt werden dürften, als die letzteren bei Anwendung von Essigsäure gewöhnlich einen deutlichen Kern hervortreten lassen, während bei den in Rede stehenden Käfern Solches nicht geschieht.

Als eine gleichfalls mehr vereinzelte Erscheinung ist das Aussehen der Blutkörperchen von *Caloptenus italicus* zu bezeichnen. Die Substanz derselben zeigt nämlich nicht in ihrer ganzen Ausdehnung dieselbe Beschaffenheit, sondern ein vielleicht 0·002 Mm. breiter Randsaum erscheint ungleich heller und feiner granulirt als der übrige Theil, dessen Durchmesser 0·008 Mm. misst. Dass die mittlere dunklere Partie in der That als ein Kern aufzufassen ist, tritt namentlich durch das Verdunsten des Blutserums klar zu Tage, indem sich dann die hyaline Wand von der mehr schattirten Mittelpartie noch viel schärfer abhebt. Wird dagegen das Blut dieser Heuschrecke mit Wasser gemengt, so ist nach erfolgter Verdunstung keine Spur eines Körperchens mehr zu entdecken.

Hier ist auch der Platz, um der Blutkörperchen der Ligusterschwärmerpuppe etwas eingehender zu gedenken.

Während das Blut der Raupe und Puppe eine ganz übereinstimmende blassgrüne Färbung hat, die nach längerem Stehen auffallend dunkel, fast tintenschwarz wird, sind die darin vorkommenden Formbestandtheile, wie es den Anschein hat, ganz wesentlich verschieden.

Die im ganzen ziemlich zahlreichen Blutkörperchen der Raupe erscheinen nämlich fast alle von gleichem Aussehen, sind meist kreisrund, wenige auch elliptisch oder mehr spindelförmig, und sind deutlich, wenn auch sehr fein granulirt (Fig. 12*).

Die der Puppe dagegen sind erstens mindestens in dreimal geringerer Anzahl vorhanden und erscheinen ausserdem selbst bei einer 900fachen Vergrösserung völlig homogen und entweder ganz farblos oder mit einem kaum nennenswerthen Stich ins buttergelbliche. Letzteres gilt wenigstens von den weitaus am zahlreichsten im Blute beobachteten Formen (26 *abc*), deren Durchmesser um weniges kürzer ist als an den Blutscheiben der Raupe. Von letzteren unterscheiden sie sich aber vor allem dadurch, dass sie meist mit einem oder zwei, seltener mit mehreren oder sehr vielen (über 20) intensiv gelben bis hyacinthrothen Fetttröpfchen von durchschnittlich 0·0016 Mm. Durchmesser besetzt sind, welche, wenn sie in der Mehrzahl auftreten, bald in grösseren Häufchen beisammen, bald mehr vereinzelt stehen[1]. Nur ganz ausnahmsweise sieht man auch Blutscheibchen ohne jede bemerkbare Fettablagerung. Auf ungefähr 20 der genannten Formen gewahrt man dann eine von vorherrschend spindelförmiger oder elliptischer, selten amoebenartiger Gestalt (*e*, *d*), die aber im übrigen bis auf ihre 2 bis 3mal grössere Flächenausdehnung dieselbe Beschaffenheit wie die kreisrunden Gestalten zeigt und namentlich auch in der Regel mit mehreren Fetttröpfchen behaftet ist. Als eine wahre Fettzelle ist dagegen die in Fig. *d* dargestellte, mit einem grossen Kern versehene Gestalt aufzufassen. Solche Formen finden sich übrigens nur höchst selten, wenn man überhaupt eine Vermischung des *c. adiposum* mit der Blutflüssigkeit sorgfältig vermeidet.

Sind die von uns herkömmlicher Weise als Blutkörperchen beschriebenen Formen nicht vielleicht als serumreiche oder fettarme Fettzellen aufzufassen? — Jedenfalls scheint mir zwischen den sogenannten Blutkörperchen und den Elementen des *c. adiposum* der Insekten ein innigerer Zusammenhang zu bestehen, als man gewöhnlich anzunehmen beliebt.

---

[1] Beim Rotiren der Blutscheiben im frischabgelassenen Blut beobachtet man nicht selten eine continuirliche Bewegung einzelner Fetttheilchen von einem zum anderen Ende der Scheibe, was aber offenbar noch kein strenger Beweisgrund für die Existenz einer wahren Zellhaut unserer Körperchen ist.

Ein weiterer Grund, der mich die strenge Zellennatur unserer Körperchen bezweifeln lässt, fusst sich auf sehr häufige Beobachtungen, nach welchen die im Blut enthaltenen Formbestandtheile bei längerem Stehen zu zweien oder mehreren miteinander verschmelzen und oft lange im Blutserum frei umherschwimmende Stränge bilden (Fig. 17). Dass diese Verschmelzung einzelner Blutkörperchen etwa keine blos scheinbare sei, z. B. hervorgebracht durch innige Aneinanderlagerung oder durch Verkettung mittelst der Fibrinniederschläge, konnte ich mich gar wohl überzeugen. Ich sah oft mehrere Blutkörperchen mit ihren Enden derart aneinander stossen, dass sie sich fast nur in einem Punkte berührten.

Allmälig wichen dann die sich treffenden Contouren auseinander und bildeten einen deutlichen Hals, durch welchen die früher noch deutlich getrennten Körperchen zusammenhingen. Solche Bilder, wie dieselben in Fig. 17 *a* und *b* dargestellt werden, hielt ich anfangs mitunter für in Theilung begriffene Blutkörperchen, bis mich die directe Beobachtung ihrer successiven Verschmelzung eines anderen belehrte. Namentlich schön und häufig konnte ich diesen Vorgang bei den oben bezeichneten *Stenobothrus*-Arten, einmal auch nach Anwendung von concentrirter Glaubersalzlösung studiren. Bisweilen kann man wohl auch sehen, dass einzelne dieser Blutkörperchenstränge sich wieder unter einander verketten und erhält dann ein Maschenwerk, das einem unwillkürlich manche Bildungen des *corpus adiposum* ins Gedächtniss ruft, mit dem es allerdings nicht identificirt werden darf.

Auch die grosse Elasticität der Insektenblutkörperchen scheint mir keineswegs für die Anwesenheit einer Zellhaut zu sprechen.

Dass die Blutkörperchen dieser Thiere aber wirklich aus einer nicht minder dehnbaren Substanz als bei den meisten Wirbelthieren bestehen, lässt sich vielfach wohl schon aus der Gestalt derselben abnehmen.

Ich glaube nämlich, wenn auch nicht als allgemein giltige Regel notiren zu können, dass die Blutkörperchen der von mir untersuchten Insekten innerhalb eines und desselben Individuums nahezu dasselbe Volumen einnehmen, ihre Flächenausdehnung mag scheinbar eine noch so verschiedene sein.

Vergleicht man z. B. die verschiedenen Blutkörperchen eines *Stenobothrus* unter einander, so findet man die mehr langgestreckten namentlich die sogenannten spindelförmigen Gestalten (Fig. 1 *bc*, 8*a*, 15*a*) durchschnittlich entsprechend schmäler als die vorwiegend plattkugeligen Formen (Fig. 1*c*), so dass die Volumina der spindel- und kugelförmigen Gestalten, bei gleicher Dicke, nahezu dieselben sind. Was die grossen, oft breit elliptischen Blutscheiben anlangt (Fig. 1*a*), so dürfte auch ihr Rauminhalt jenen der kugeligen wenig übersteigen, wenn auch die Flächenansicht der letzteren ungleich kleiner erscheint; denn diese auffallend grossen Blutscheiben fand ich gewöhnlich ausnehmend dünn, und daraus erklärt sich auch ihre Neigung, sich parallel zur längeren Axe einzurollen, eine Erscheinung, die man bei den kugeligen Gestalten kaum beobachtet. Nicht selten sieht man im eben abgelassenen Blut spindelförmige und andere mehr schmale Körperchen, die sich allmälig zu einer breiten, meist elliptischen Scheibe aufrollen oder überhaupt in eine solche sich umwandeln. (25 *e*—25 *f*). Ganz dasselbe berichtet uns auch Haeckel vom Blute des Flusskrebses. Fragt man sich nun, warum denn ein und dasselbe Plasma-Volumen in so mannigfaltigen Gestalten erscheine, so wird jeder, der einmal die Blutbahnen der Insekten etwas genauer verfolgt hat, die Antwort darauf in dem Umstande suchen, dass die im Blute vorkommenden Klümpchen durch die Engigkeit mancher Blutwege zu einer entsprechenden Veränderung, resp. Verschmälerung ihrer Gestalt gezwungen wurden.

War aber bei dieser Gelegenheit die Grenze der Elasticität der einzelnen Theilchen überschritten worden, so wird das Körperchen, wenn es wieder in weitere Bahnen einlenkt, die veränderte Gestalt beibehalten, im anderen Falle dagegen die ursprüngliche Form wieder annehmen, nachdem die Ursache der Gleichgewichtsstörung nicht mehr da ist [1].

Direct beobachtete ich die Verlängerung und gleichzeitige Verschmälerung der sonst gewöhnlich kreisförmigen oder breit

---

[1] Vergl. Al. Rollett „Versuche und Beobachtungen am Blute“, (diese Ber. 46. Bd. II. Abth.); ferner einen Aufsatz von Dr. Th. Zawarykin (diese Ber. 1868. II. Abth.).

elliptischen Blutkörperchen in den Blutbahnen der Beine eines *Oniscus scaber* am Ende seines Embryonalstadiums und an einer ganz jungen Kreuzspinne, namentlich an scharfen Ecken, an welche die Blutkörperchen anstossen. Desgleichen lassen sich diese Gestaltveränderungen der Blutkörperchen an verschiedenen wasserlebenden Insektenlarven, z. B. *Ephemera*, *Phryganea* u. a. studiren.

Was die bereits oben flüchtig erwähnten Veränderungen betrifft, welche einzelne Blutkügelchen bei der allmäligen Verdunstung des Blutserums erleiden, so sei bemerkt, dass man bei geringen Blutmengen in der That nicht selten eine Art Schrumpfungsprocess an den Formelementen gewahrt, wobei auch zeitweilig ein deutlicher Kern zum Vorschein kommt. Bei grösseren Blutmengen dagegen sowie bei rascher Untersuchung mittelst der Feuchtkammer werden solche Erscheinungen nur ganz ausnahmsweise beobachtet.

Niemals konnte ich aber bei den von mir geprüften Insekten solche amöbenartige Bewegungen der Blutscheiben beobachten, wie sie Haeckel beim Flusskrebs wahrnahm. Bei völliger Vertrocknung des Blutserums zeigen die Blutkörperchen meistens das Aussehen homogen weisser oder mehr gelber und später selbst gelblichbrauner Scheiben von einer dem frischen Blutkörperchen entsprechenden Gestalt und Grösse. Seltener trifft man ringförmige Gestalten, wie sie z. B. bei den vertrockneten farbigen Blutkörperchen des Menschen vorkommen.

Ist die Vertrocknung nicht allzuweit vorgeschritten, so kann man die verblassten Körperchen am besten durch Aufweichung in Ammoniakwasser wieder deutlich machen.

Schliesslich will ich kurz jener Formelemente im Blute der Insekten gedenken, die den Blutkörperchen mitunter ähnlich, nichts destoweniger aber unzweifelhafte Gebilde des Fettkörpers sind, wobei ich aber nicht angeben kann, in welcher Beziehung dieselben zu dem *corpus adiposum* stehen, wenn es mir gleich wahrscheinlich dünkt, dass diese isolirten Fettzellen zum Aufbau der Fettgewebe dienen und nicht als davon losgerissene Elemente anzusehen sind.

Die in Rede stehenden Gebilde haben fast durchgehends eine kreisförmige Gestalt und einen meist bedeutenderen Umfang als die eigentlichen Blutkörperchen.

Ganz besonders bezeichnend für dieselben (Fig. 23) ist aber die scharfe glatte dunkle Contour und der in einer mehr minder körnigen Masse eingelagerte gleichfalls glatt umschriebene und stets kreisrunde Kern, welcher in der Mehrzahl der Fälle mit dicht aneinander stossenden gelblichen Fetttröpfchen besetzt ist.

Dass die beschriebenen Bestandtheile des Blutes wirklich als dem Fettkörper angehörig zu betrachten sind, konnte ich mich speciell bei *Thamnotrizon cinereus* und mehreren *Stenobothrus*-Arten überzeugen, wo ich ganz dieselben zelligen Elemente im Fettkörper der noch unentwickelten Hoden-Follikel in grössere lappenartige Aggregate vereinigt beobachtete.

6. Verhalten der Blutkörperchen bei verschiedenen Zusatzflüssigkeiten.

Destillirtes Wasser wirkt verschieden energisch auf die Blutkörperchen ein, je nachdem dasselbe in grösserer Menge rasch mit denselben gemengt wird oder in geringerer Quantität mittelst der Durchtränkungsmethode nur allmälig mit denselben in Berührung kommt.

So fand ich im ersteren Fall die Blutscheiben von *Calopt. italicus*, *Chrys. brachypterus* und *Pez. mendax* zum grössten Theil sogleich nach dem Wasserzusatz zerstört, während andere das Bild einer blassen, stark aufgedunsenen Kugel zeigten und manche ein ganz unverändertes Aussehen bewahrt hatten.

Kommt das Wasser nur successive mit den Blutkörperchen in Berührung, so erkennt man gewöhnlich (z. B. bei *Stenobothrus*-Arten) der Reihe nach folgende Veränderungen.

Die Blutkörperchen, ihre Gestalt mag kugelförmig oder mehr langgestreckt sein (Fig. 8 *a*), nehmen rasch die Form praller, sehr blasser Kugeln an (*b*, *c*), deren Durchmesser jenen der ursprünglich schon kreisförmigen Scheiben stets um ein Beträchtliches und meist mindestens um ein Drittel übertreffen. Dabei erscheint die Substanz der Blutkörperchen weit weniger granulirt als im frischen Zustande, sondern macht mehr den Eindruck einer

homogenen und zugleich weicheren Masse. Fast gleichzeitig beobachtet man innerhalb der Blutkörperchen eine meist concentrisch gelegene kreisrunde oder breit elliptische Scheibe (Kern) von einer Grösse, die jener der schon im frischen Zustand mehr kugeligen Blutscheiben nahezu gleichkommt. Im Momente des Sichtbarwerdens erscheint der Kern ganz blass und homogen, schrumpft aber rasch ein wenig zusammen und erscheint dann in der Regel stärker und gröber granulirt und auch ungleich schärfer umrandet als das ganze Blutkörperchen im ursprünglichen Zustande. In diesem Stadium ist der Durchmesser des Kerns ein sehr constanter und beträgt z. B. bei *St. dorsatus* ungefähr 0·01 Mm.

Zuweilen nimmt der Kern auch eine mehr excentrische Stellung an (8 *e*) oder tritt wohl gar theilweise und auch ganz über den Rand der peripherischen Schichte hinaus (8 *f*). Gelegentlich findet man den Kern auch in einer oscillirenden Bewegung.

Der Umstand, dass Blutkörperchen von sehr variirender Gestalt und Flächenentwicklung nach Wasserzusatz fast alle ein ganz gleiches Volumen einzunehmen scheinen, könnte meines Erachtens auch als strengerer Beweis für den im früheren Capitel ausgesprochenen Satz gelten.

Ähnlich wie bei *Sten. dorsatus* verhalten sich die durch Wasser afficirten Blutkörperchen von *Carabus cancellatus*, nur scheint der hervortretende Kern weniger stark granulirt[1]. Eine grössere Abweichung von der beschriebenen Veränderung der Blutscheiben bei den *Stenobothrus*-Species zeigen hingegen die Blutkörperchen von *Thamn. cinereus*, sowie jene von *Ephippigera vitium* und der von mir untersuchten Gastropoden, indem der Kern ungleich stärker zusammenschrumpft und, wahrscheinlich in Folge dessen, stärker das Licht bricht.

Wird zu den mit Wasser behandelten Blutkörperchen, deren Kerne bereits ihre für dieses Reagens charakteristische Beschaffenheit angenommen haben, Ammoniakwasser zugesetzt, so

[1] Ausdrücklich sei bemerkt, dass die verschiedene Einwirkung des Wassers und anderer Reagentien nicht etwa aus einem variirenden Mischungsmodus zu erklären ist, sondern an zahlreichen Präparaten als constante Erscheinung sich erwies.

quellen die letzteren auf der Stelle rasch auf, entfärben sich, verlieren ihr granulirtes Aussehen und erscheinen schliesslich als fast farblose, stets vollständig kreisrunde Scheiben, deren Durchmesser mindestens doppelt so lang ist als jener der nach Wasserzusatz hervortretenden Kerne.

Der Hof um dieselben verschwindet gewöhnlich in dem Momente als sich der Kern zu verbreitern beginnt.

Ammoniakwasser. Die Einwirkung dieses Alkali's auf die Blutkörperchen der Insekten ist scheinbar eine ganz ähnliche wie die von Wasser und lässt sich häufig nicht einmal scharf davon unterscheiden.

Bei *Ephippigera vitium* notirte ich folgende successive Veränderungen. Die vielgestaltigen, häufig auch spindelförmigen Blutkörperchen (Fig. 10 *a*) dieser Heuschrecke quellen anfangs sehr rasch auf und nehmen eine plattkugelige Gestalt an (*b*). Dabei erscheinen dieselben nur sehr schwach granulirt.

In diesem Stadium taucht dann ein anfangs kaum sichtbarer kreisförmig umgrenzter und meist concentrischer Kern auf (*c*). Gleichzeitig oder doch schon nach Verlauf von wenigen Minuten platzt die Umgebung des Kerns in der Regel an mehreren Stellen auf einmal und wird Letzterer mit ziemlich grosser Geschwindigkeit eine Strecke weit fortgestossen (*d*). Manchmal bleibt derselbe aber auch an seiner ursprünglichen Stelle stehen und es wiederholt sich an dem freigewordenen Kerne im wesentlichen dasselbe, was anfangs mit dem ganzen Körperchen vorging, d. h. der kreisrunde Kern dehnt sich zu einer bald ganz farblos erscheinenden Scheibe aus (*e*) und entschwindet gewöhnlich vollständig (unseren Augen), nachdem sein Durchmesser ungefähr doppelt so gross ist als in dem Momente, wo das Körperchen platzte. Was den mit dem Ausdruck „Platzen" bezeichneten Vorgang betrifft, so machte mir derselbe den Eindruck, als ob eine halbstarre dicke, keineswegs mit einer Membran im gewöhnlichen Sinne dieses Wortes zu vergleichende Schale oder Rinde an einer Stelle oder gleichzeitig an mehreren eine Art Riss bekommen habe, aus welchem ein nichts weniger als scharf umschriebener Haufe sehr feinkörniger Masse, der Rinde selbst angehörend, hervorquoll, während an anderen Stellen wieder die ganze Rindenschichte in eine breiartige Masse zerfiel.

Die Blutkörperchen der *Stenobothrus*-Arten, sowie die der Raupe von *Sphinx ligustri* zeigen ähnliche Veränderungen; das Abweichende besteht nur darin, dass, nachdem der Kern sichtbar geworden, keine Explosion der äusseren Schichte oder auch nur ein allmäliges Zerfallen derselben beobachtet wird.

Eine in einzelnen Momenten von den bisher beschriebenen Ammoniakwirkungen ziemlich weit abweichendes Verhalten zeigen dagegen die Blutkörperchen von *Carabus canc.*, sowie jene der Ligusterschwärmerpuppe. Anfangs quellen dieselben rasch auf und nehmen ein homogenes Aussehen an. Nachdem aber der Durchmesser ungefähr die doppelte Länge der frischen Blutscheiben erreicht hat, wird keine weitere Veränderung mehr bemerkbar, d. h. es tritt weder eine Berstung der äusseren Schichte ein wie bei *Ephippigera* noch kommt ein Kern zum Vorschein.

Diese wesentlichen Differenzen in der Einwirkung von Ammoniakwasser auf die Blutkörperchen verschiedener Insekten scheint gerade nicht für eine durchgreifende Gleichartigkeit der geformten Blutbestandtheile zu sprechen, mögen dieselben auch im frischen Zustande ein scheinbar noch so übereinstimmendes Aussehen besitzen, sowie es ohne Zweifel auch im Blute einer und derselben Species verschiedenartige Blutkörperchen gibt.

Eine 30% Kalihydratlösung bringt, wie es scheint, im Allgemeinen ähnliche Wirkungen wie Ammoniakwasser hervor; einen Kern habe ich aber bei den auf dieses Reagens geprüften Blutkörperchen von *Eph. vitium* und *Cal. italicus* niemals beobachtet.

Essigsäure. Bei ganz flüchtiger Betrachtung der mit diesem Reagens behandelten Blutkörperchen glaubt man, dieselben seien nur etwas zusammengeschrumpft. Bei genauerem Ansehen erkennt man aber rings um diese scheinbar zusammengeschrumpften Körperchen einen ganz schwach granulirten oder fast völlig homogen erscheinenden hyalinen Hof von einem Durchmesser, der jenen der frischen Blutscheiben gewöhnlich um das Zwei- bis Dreifache übersteigt (Fig. 4 *a—e*), und wird nun das von diesem Hof umrahmte und davon sehr stark abstechende gelblichweisse Klümpchen als Blutkörperchenkern auffassen müssen.

Trotzdem ist aber immer noch die Frage erlaubt, ob dieser Kern wirklich einem am frischen Blutkörperchen nicht unterscheidbaren (d. i. sichtbaren) Theile desselben entspricht, oder nur als der zusammengeschrumpfte sichtbare Theil des frischen Blutkörperchens anzusehen sei, während die dem hyalinen Hofe entsprechende Partie schon am lebenden Blutkörperchen vorhanden ist aber nicht beobachtet wird, weil dessen Brechungsindex sich zu wenig von dem des *Liquor sanguinis* unterscheidet und es erst der Einwirkung der Essigsäure bedarf, um denselben entsprechend zu modificiren. Für letztere Ansicht würde besonders auch der Umstand sprechen, dass der Kern im Allgemeinen wenig kleiner als der sichtbare Theil der lebenden Blutscheiben erscheint und vor allem in der Gestalt mit demselben fast regelmässig übereinstimmt.

Andererseits darf aber, ausser anderen Bedenken gegen die angedeutete Meinung, namentlich auch der Umstand nicht vergessen werden, dass man nach Anwendung von Wasser und einigen anderen Reagentien aus dem sichtbaren Theile der frischen Blutscheiben einen deutlichen Kern sich entwickeln sieht, so dass sich dann, wenn die zuerst ausgesprochene Anschauung die richtige wäre, der nach Wasserzusatz hervortretende Kern als ein doppelt eingeschachteltes Gebilde herausstellen würde, was aber gewiss nicht der Fall ist.

Erwähnen müssen wir noch, dass die Gestalt der hyalinen Schichte häufig eine sehr unregelmässige ist und überhaupt die Contouren des Kernes und Hofes selten parallel laufen. Man sieht als eine ganz gewöhnliche Erscheinung kreisrunde Kerne auf einer blassen spindelförmigen Unterlage, während wieder spindelförmige oder elliptische Kerne von einem mehr kreisrunden Hofe umrahmt werden (4 *a—e*).

Namentlich die oft ganz unregelmässige, stellenweise eckige und im Ganzen selten vollkommen zirkelrunde Contour des Hofes sowie die sehr variirende Gestalt des Kernes lässt die mit Essigsäure behandelten Blutkörperchen, besonders wenn sie in grösseren Gruppen beisammenstehen, unschwer von denjenigen unterscheiden, die durch andere Reagentien eine Veränderung erlitten haben.

Im Verhältniss zum Durchmesser der äusseren oder hyalinen Schichte ziemlich kleine Kerne beobachtete ich bei *Helix verticillos* (22 c.), während beinahe verwandten Formen, z. B. bei *H. pomatia* und *austriacus*, sowie bei *Limax agrestis* und manchen Blutscheiben der *Phaneroptera falcata*, der Durchmesser des Kernes den des Hofes wenig hinter sich lässt, indem letzterer nur in Gestalt eines schmalen blassen Saumes den Kern umgibt.

Fast gar keine (uns) bemerkbare Wirkung bringt die in Rede stehende Säure an den schon oben erwähnten stäbchenförmigen Blutkörperchen des *Staph. caesareus*, ferner an jenen von *Phalangium Opilio*, *Lina populi*, *Sphinx ligustri*, Raupe und Puppe, und *Car. cancellatus* hervor.

Bei letzterem Käfer, und dasselbe hat vielleicht auch auf die übrigen genannten Thiere Bezug[1], habe ich aber durch vorherige Behandlung mit Ammoniakwasser, durch welches Reagens bekanntlich bei diesem Käfer ausnahmsweise kein Kern hervortritt, einen solchen sichtbar gemacht, indem ich das alkalisch reagirende Präparat so lange mit Essigsäure versetzte, bis dasselbe eine, wenn auch nur schwach saure Reaction verrieth.

Der auf die angegebene Weise erhaltene Kern ist aber wesentlich von jenem verschieden, der sonst durch blosse Anwendung von Essigsäure zum Vorschein kommt. Vor allem ist er, mitunter fast um die Hälfte, kleiner und dem entsprechend auch schärfer, zuweilen etwas eckig contourirt, und viel glänzender (Fig. 11).

Ganz ähnliche Kernbildungen scheinen an den Blutkörperchen der Insekten ganz allgemein aufzutreten, wenn man dieselben auf die eben angegebene Weise behandelt.

Wird zu den Blutkörperchen der Ligusterschwärmerraupe nach Ammoniak- und darauf folgender Essigsäureeinwirkung eine schwache Karminlösung zugesetzt, so erscheinen sowohl die Kerne als auch, in geringerem Grade zwar, die Umgebung derselben ziemlich intensiv geröthet. Ein ungemein klares und schönes Bild zeigen bisweilen die also behandelten Blutkörperchen des

---

[1] Wie mir scheinen will, aber nicht für die Blutscheiben der Ligusterschwärmerpuppe.

genannten Insektes nach Verlauf einiger Tage hauptsächlich an jenem Rande des Deckglases, an welchem die Reagentien zugesetzt wurden.

Hier sind nämlich die Blutkörperchen nicht, wie an den meisten übrigen Stellen, kreisförmig, sondern erscheinen in der Richtung der unterhalb des Deckglases erfolgten Strömung und offenbar durch die Kraft der letzteren, sehr bedeutend in die Länge gezogen (Fig. 13).

Die ganze Erscheinung dünkt mir ein sehr anschaulicher Beweis gegen die noch weit verbreitete Ansicht zu sein, nach welcher die Blutkörperchen von einer wahren Zellhaut umgeben wären.

Die Fähigkeit Karminkörnchen in sich aufzunehmen, konnte ich auch an den Blutkörperchen der *Loc. viridissima*, sowie von *Eph. vitium* und den meisten *Stenobothrus*-Arten beobachten.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass an den durch Essigsäure afficirten Blutkörperchen sogleich wieder die Ammoniakreaction eintritt, wenn das Blut mit letzterem Reagens basisch gemacht wird.

Dieses abwechselnde Schrumpfenmachen und Wiederaufquellen der Blutkörperchenkerne habe ich bei einer und derselben Blutscheibe (eines *St. dorsatus*) fünfmal hintereinander und stets mit dem gleichen Erfolge versucht.

Wird dagegen zu den mit Essigsäure veränderten Blutkörperchen Kalilauge (30%) zugesetzt, so dehnt sich der Kern rasch aus und entzieht sich als eine farblose, kreisförmige Scheibe bald gänzlich unseren Augen. Dass derselbe aber keineswegs zerstört wurde, ergibt sich daraus, dass er nach einer entsprechenden Zuthat von Essigsäure in seiner früheren Gestalt wieder sichtbar wird.

Salzsäure. Die Blutkörperchen von *Lina populi*, *Sten. dorsatus* und *variabilis* scheinen anfangs durch diese Säure gar nicht afficirt zu werden, nach wochenlangem Stehen aber beobachtete ich daran eine ähnliche Veränderung, wie nach Essigsäure: Der mit der Gestalt des frischen Blutkörperchens im Allgemeinen correspondirende Kern ist aber stärker geschrumpft und gewöhnlich intensiv bräunlichgelb gefärbt.

Schwefelsäure bringt anfangs an den Blutscheiben der oft citirten *Stenobothrus*-Arten keine bemerkbare Veränderung hervor, später tritt aber eine deutlich stringirende Wirkung ein: Die Contouren werden schärfer, der Inhalt erscheint ziemlich grobbröckelig und von intensiv gelber bis gelblichbrauner Farbe. Viele Körperchen sind in kurzem vollständig zerstört. Am meisten erinnert die ganze Erscheinung an jene nach Alkoholzusatz.

Als ich nach zwei Wochen das selbstverständlich noch flüssige Präparat musterte, war die Mehrzahl der Blutscheiben noch vorhanden, zeichneten sich aber dadurch aus, dass sie in der Mitte ganz verblasst waren. Nach abermals 14 Tagen dagegen fand ich keine Spur von Blutkörperchen mehr.

Kalkwasser. Eine successive Veränderung lässt sich durch Kalkwasser nur in den wenigsten Fällen und immer nur an einzelnen Blutkörperchen beobachten; gewöhnlich tritt dieselbe so momentan wie nach Essigsäure ein. Im letzteren Falle hat man dann ein Bild vor sich (Fig. 15 *e*), welches sich von dem nach Ammoniak-Essigsäurezusatz vornehmlich nur darin unterscheidet, dass der scharf hervorstechende Kern in der Regel noch etwas kleiner, eckiger und glänzender ist und nicht auf einer seiner ganzen Ausdehnung nach gleichartig erscheinenden kreisrunden Scheibe aufzuliegen scheint, sondern bei der gleichen Tubuslage zunächst von einem hyalinen ziemlich breiten Hof umrahmt ist, der nach aussen selbst wieder von einem fein gekörnelten und daher graulich erscheinenden kreisförmigen Gürtel eingeschlossen wird, der unmerklich mit dem umgebenden Serum zusammenfliesst.

Da der bei mittlerer Einstellung helle innere Hof bei höherer Tubuslage dunkler wird, während sich die Lichtverhältnisse des äusseren Ringes umgekehrt verändern, so darf wohl behauptet werden, dass der Kern in einer tellerförmigen Vertiefung liegt, welche nach aussen allmälig in einen mehr weniger breiten erhabenen Rand übergeht.

Diesen Eindruck machten mir insbesondere die mit Kalkwasser behandelten Blutscheiben des *Zabrus gibbus* und der *Cetonia viridis*. Das Aussehen der mit Kalkwasser behandelten

Blutkörperchen der Puppe von *Sphinx ligustri* ergibt sich aus Fig. 26 *c'*; ein Kern ist bei diesen aber meist nicht ausgebildet.

Was die successiven Umwandlungen der Blutkörperchen anlangt, so glaube ich bei *Th. cinereus*, *St. dorsatus* und namentlich bei *Gryllus campestris* gelegentlich Folgendes beobachtet zu haben.

Anfänglich quellen die Körperchen (Fig. 15 *a*) ähnlich wie nach Wasserzusatz auf, wobei allmälig sämmtliche, auch die ursprünglich spindelförmigen Gestalten die platte Kugelform annehmen (15 *c*). Gleichzeitig wird im Innern der Körperchen ein Kern sichtbar, der zunächst allerdings nur in Form eines Kranzes von gröberen und mehr punktartigen Bröckelchen auftritt und in seinen Umrissen mit jenen des Körperchens harmonirt (15 *b*), bald aber gleichfalls in eine kreisrunde Scheibe übergeht (15 *c*), in diesem Stadium aber in seiner oberflächlichen Beschaffenheit wenig von der Umgebung differenzirt erscheint, sondern wie diese ein gleichmässig granuläres Aussehen bietet.

Die weitere Veränderung besteht darin, dass die einzelnen Moleküle der den Kern umgebenden Substanz eine nur momentan andauernde centrifugale Bewegung machen, ein Vorgang, den uns eine in allen ihren Theilen gleichmässig berstende Scheibe zeigen würde.

Unmittelbar nach diesem Vorgang zeigt der Kern das Aussehen einer kreisförmigen, ganz klaren Scheibe, während dessen Umgebung ganz gleichmässig granulirt ist. Die noch folgende Veränderung, welche die Blutkörperchen erleiden, gleicht wesentlich ganz derjenigen, welche Essigsäure hervorbringt: der blasse kreisrunde Kern zieht sich nämlich rasch mindestens auf die Hälfte seiner früheren Grösse zusammen und macht den Eindruck eines aus zahlreichen kleinen stark lichtbrechenden Körnchen zusammengeschweissten Klümpchens. Die Gestalt desselben ist bald kreisförmig, bald elliptisch, halbmondförmig, aber auch drei-, vier- und mehreckige Formen sind keine Seltenheit.

Im Zusammenhang mit der beschriebenen Contraction des Kernes erfolgt dann auch die Sonderung der breit ringförmigen Randschichte in den bekannten inneren hellen und den äusseren mehr schattirten kreisförmigen Hof, eine Erscheinung, die sich bekanntlich auf eine blosse Profiländerung hinausspielt

(15 *e*)[1]. In Fig. 15 habe ich zur Vergleichung Gruppen von Blutkörperchen nach Behandlung mit Kalkwasser (*f*), Essigsäure (*g*) und Ammoniak-Essigsäure (*h*) abgebildet.

Zum Schlusse noch eine Bemerkung über die geformten Blutbestandtheile von *Epeira diadema*.

Im Blut dieser Spinne fand ich erstens eine grosse Menge von meist kreisrunden Körperchen, deren Durchmesser im Mittel 0·01 Mm. betrug. Das Aussehen derselben war granulär, die meisten erschienen fast farblos.

Damit vermischt fanden sich vereinzelte etwas grössere Zellen, welche ähnlich wie die fraglichen Blutkörperchen der Maikäferlarve dicht mit winzigen intensiv gelben Tröpfchen eines öligen Fettes bedeckt waren. Bei Zusatz von Kalkwasser zeigen die ersteren ein ganz ähnliches Verhalten, wie die Blutscheiben der meisten Insekten. Die zweite Art von geformten Blutbestandtheilen dagegen verhält sich wesentlich anders. Anfänglich quellen dieselben wenig auf, verlieren ihre scharfe dunkle, durch das Zusammenfliessen von Randkügelchen entstandene Contour und platzen endlich, wobei ein Kern zum Vorschein kommt, der mit dem der mehr farblosen Blutkörperchen völlig übereinstimmt.

Ob die letztgenannten Formbestandtheile nur als fettärmere Blutkörperchen aufzufassen, im übrigen aber mit den dicht mit Fettkügelchen besetzten Scheibchen von gleicher Natur sind, oder ob wir es hier mit ganz heterogenen Bildungen zu thun haben, möge vorläufig dahin gestellt bleiben.

Glycerin. Die Blutkörperchen von *St. dorsatus* und den zunächst damit verwandten Arten scheinen längere Zeit in diesem Reagens ganz unverändert zu bleiben und kann daher es, wenn es sich um eine sehr schleunige Untersuchung der Blutkörperchen handelt, wenigstens für die genannten Insekten ganz wohl als indifferente Zusatzflüssigkeit in Verwendung kommen.

Nach wenigen Stunden aber, und zuweilen schon früher, beobachtet man an den Blutscheiben im Ganzen eine ähnliche

---

[1] Ganz analoge Veränderungen sah auch A. Rollett (Stricker, Handbuch d. Lehre von den Geweben etc. p. 288) an den farbigen Blutkörperchen der Vertebraten, aber „gewöhnlich nur im ersten Anfang der Kalkwasserwirkung".

Veränderung, wie nach Essigsäure, insoferne stets ein deutlicher Kern hervortritt. Derselbe erscheint aber feiner granulirt und in der Regel nicht im mindesten gelblich gefärbt, und sticht überhaupt wenig von der umgebenden Schichte ab. Von letzterer ist namentlich noch zu erwähnen, dass sie weniger aufgedunsen (wie nach *A*) und meist von kreisrunder oder breit elliptischer Form zu sein pflegt. Der Durchmesser des Kerns schwankt sehr bedeutend, nämlich von 0·004—0·007 Mm. Nach Verlauf einiger Tage ist das Aussehen der in Glycerin liegenden Blutkügelchen sehr charakteristisch: Kern und äussere Schichte zeigen ziemlich bestimmte kreisrunde Contouren und eine gleichmässig buttergelbe Farbe, manche Kerne sind deutlich granulirt; mitunter lassen sich in der Randscheibe zunächst dem Kerne kleinere und grössere dunkle Bröckelchen beobachten (Fig. 12).

Salze. Streut man auf einen ausgebreiteten aber unbedeckten Blutstropfen von *St. dorsatus* einzelne Körnchen Glaubersalz und gibt das Object dann möglichst schnell unter die Linse, so sieht man rings um die zerfliessenden Salztheilchen die meisten Blutscheiben sehr rasch zusammenschrumpfen.

Viele derselben sind derart mit scharf vorspringenden Zacken, Stacheln und anderen Rauhigkeiten bedeckt und die Umrisse überhaupt von so eckiger und eigenthümlicher Form, wie sie nie und nimmer eine zusammenfallende Zellhaut bieten kann (Fig. 12 *a*). Dabei erscheint die geschrumpfte Substanz von gleichmässiger ziemlich intensiv gelber Farbe und bricht das Licht sehr stark.

Während aber die den Salztheilchen benachbarten Blutkörperchen in die beschriebenen unförmlichen Klümpchen sich umwandeln, geht mit den mehr entfernt liegenden, sowie auch mit einzelnen näher gelegenen Blutscheiben eine Veränderung vor, die ich mir nicht so leicht zu erklären vermag.

Dieselben stellen nämlich der Mehrzahl nach schön kreisrunde, in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmässig weisse Scheiben dar, deren Durchmesser gerade nicht auf eine Volumvergrösserung schliessen lässt.

Über den nächsten Grund dieser Verblassung der Blutscheiben kann man allerdings nicht im Zweifel sein, da man Myriaden selbst bei 700facher Vergrösserung noch punktförmig

erscheinender gelber bis intensiv hyacinth- und granatrother Moleküle und einzelne grössere Kügelchen bemerkt, die sich gegen die Salztheilchen hin bewegen und rings um dieselben sich anhäufen, oder wohl auch einen sehr zierlichen Kranz von Punktmasse rings um die verblassten Blutscheibchen darstellen (14 *b*).

Aus dem Umstand, dass die Mehrzahl dieser kleinen lebhaft gefärbten Moleküle, die zuweilen auch grössere schön tingirte Klümpchen zusammensetzen, im frischabgelassenen Blutserum nicht beobachtet wird, darf man wohl mit Sicherheit schliessen, dass dieselben an die Blutkörperchen gebunden seien.

Verhältnissmässig sehr viele solcher blasser von einem Ring punktförmiger Pigmentmasse umgebener Körperchen fand ich auch in dem sehr spärlichen aber sonst frischen Blute ganz herabgekommener *Stenobothrus*-Arten (Fig. 1 *g*); es scheint, dass insbesondere die an die Blutkörperchen gebundenen Fetttheilchen beim eintretenden Nahrungsmangel verbraucht wurden, während gleichzeitig die Farbestoffkörnchen ihren engeren Verband mit den Blutkörperchen verloren.

Wird anstatt Glaubersalz Eisen- oder Kupfervitriol zugesetzt, so beobachtet man dieselben Erscheinungen.

Auch bei Anwendung ganz oder fast concentrirter Lösungen der genannten Salze, sowie jener von $\ddot{S}Mg$ und ClNa treten an den Blutkörperchen von *St. dorsatus* und *variabilis*, *Eph. vitium*, *Sphinx ligustri* (Raupe) und *Limax agrestis* ganz ähnliche Veränderungen ein.

Was die Wirkung der Salzlösungen bei verschiedenen Concentrationsgraden anlangt, so kann ich nur anführen, das 3% Glaubersalzlösungen an den Blutscheiben der Ligusterschwärmerraupe noch eine merklich stringirende Wirkung hervorbringen, während eine solche bei 0·9% Salzgehalt wenigstens in der ersten halben Stunde nicht zu erkennen war. Dagegen fand ich die Blutkörperchen von *Eph. vitium* und *Sphinx ligustri* in einer 2% Bittersalzlösung längere Zeit unverändert.

Die durch die genannten Salze runzelig gewordenen Blutkörperchen werden durch Kalilösung, sowie durch Ammoniakwasser wieder in pralle, fast farblose platte Kugeln umgewandelt.

Weingeist. Die Wirkung dieses Reagens lässt sich von jener, welche Salze hervorbringen, hauptsächlich nur dadurch

unterscheiden, dass die Blutkörperchen minder stark zusammenschrumpfen und niemals verblasste kreisrunde Scheiben bilden.

Ganz ähnliche Wirkungen erzielte ich auch durch eine Composition, bestehend aus 3·7 CC. Wasser, 4·0 CC. Glycerin, 1·9 CC. Essigsäure, 0·4 CC. conc. Salpetersäure und 3·0 CC. Alkohol.

Schwefeläther. Kommen die Blutkörperchen von *St. dorsatus* und verwandten Species nur allmälig mit diesem Reagens in Berührung, so werden die Contouren derselben dunkler schärfer und bemerkt man im Innern gewöhnlich einen Kern, der sich aber in seiner oberflächlichen Beschaffenheit wenig von seiner Umgebung unterscheidet.

Bei wiederholter Vergleichung der frischen und mit Äther versetzten Blutkörperchen kann man auch erkennen, dass die an der Oberfläche haftenden Fetttröpfchen in den mit Äther behandelten Blutkörperchen viel schärfer und auch in grösserer Menge hervortreten und dem entsprechend auch die Blutkörperchen im Ganzen intensiver gelb erscheinen, als im ursprünglichen Zustande (Fig. 2 *ab*).

Werden einige Blutstropfen der genannten Heuschrecke in einem flachen Uhrgläschen mit grösseren Schwefeläthermengen vermischt, so sieht man theils Blutkörperchen von dem eben beschriebenen Aussehen, theils halb- und vollständig von Fetttröpfchen entblösste kreisrunde weisse Scheiben und in deren Nähe ein Chaos von frei gewordenen Fetttröpfchen und staubartigen Pigmentmolekülen (Fig. 3).

6. Einwirkung von Inductionsschlägen auf die Blutkörperchen.

Zu diesen Versuchen verwendete ich auf dem Objecttisch eine ähnliche Vorrichtung, wie sie Rollett bei seinen diesbezüglichen Studien gebraucht[1].

---

[1] „Zur Wirkung d. Entladungs- u. d. constanten Stromes auf das Blut.“ (Diese Ber. 51 Bd. II. Abth.) Ferner: „Über die Wirkung des Entladungsstromes auf das Blut.“ 47 Bd. II. Abth. u. „Über die successiven Veränderungen, welche elektr. Schläge an d. rothen Blutkörperchen hervorbringen.“ 50 Bd. II. Abth.

Zuweilen habe ich aber auch anstatt der mit Staniol überklebten Objectgläser an beiden Klemmen Platindrähte angebracht, deren Enden direct in den, in diesem Fall unbedeckt gelassenen Blutstropfen tauchten, und damit im ganzen dieselben Resultate erzielt.

Als Elektricitätsquelle wurde eine Smee'sche Kette, bestehend aus 6 grossen, ganz neuen Elementen angewendet, die Pole derselben verband ich abwechselnd mit einer grossen Inductionsspule und mit einem kleinen, dem Rhumkorff'schen ähnlichen, sehr guten Inductionsapparat mit Hammer.

Ausserdem wurde in dem Leitungsdraht noch ein bequemer Stromwechsler eingeschaltet.

Zum Elektrisiren diente mir das Blut von *St. dorsatus*, *variabilis* und *pratorum*, an deren Blutkörperchen durchgehends dieselben Veränderungen bemerkt wurden.

Nach den ersten 2—4 Schlägen zeigen sich die Blutkörperchen gewöhnlich vollständig intact. Eine, wenn auch nur geringe, Änderung an einer grössern Anzahl von Körperchen gewahrt man meistens erst nach 5—10 Schlägen. Man sieht dann nahe dem Rande des Körperchens (Fig. 16 *a*) eine schmale helle Zone sich bilden, deren Ränder aber keinesfalls scharf gezeichnet erscheinen, sondern allmälig und unmerklich in die übrige, noch gleichmässig granulirt ausschende Masse übergehen.

Ein Zurückkehren der aus ihrer Gleichgewichtslage verrückten Theilchen konnte ich niemals bemerken und das umsoweniger, als ich eine deutliche Veränderung der Körperchen in Folge eines einzigen Schlages nie wahrzunehmen im Stande war.

Erfolgen neue Schläge, so tritt der bemerkte Unterschied in der Pellucität der verschiedenen Partien der Blutkörperchen noch schärfer hervor, und kann man schliesslich ganz deutlich drei Bezirke an denselben ausnehmen. Einmal eine schmale ringförmige Randpartie mit dicht oder stellenweise auch mehr vereinzelt stehenden dunkeln feineren und gröberen Körnchen, eingebettet in einer verhältnissmässig klaren Substanz. Zweitens eine gleichfalls ringförmige mittlere durchaus hyaline Zone, in der nur mitunter noch wenige dunkle punktförmige Stellen sichtbar sind, und drittens den meist kreisrunden centralen Kern, dessen Ränder gewöhnlich schärfer und gröber granulirt erscheinen als die Mitte (16 *b*).

Die weitere Veränderung, die entweder erst nach einer grösseren Anzahl von Schlägen (10—20) oder an einzelnen Körperchen schon nach 5—10, ausnahmsweise nur noch weniger Schlägen zu erkennen ist, besteht zunächst darin, dass sich die Randpartie des Körperchens etwas nach aussen hin erweitert.

Dieselbe macht im Ganzen den Eindruck als ob eine früher scharf umgrenzte gürtelförmig abgelagerte granuläre Masse sich in verschieden grossen Portionen über ihre Grenzen ergossen habe (16 *c*, *d*, *e*, *f*).

Der Kern der Blutscheiben ist gleichfalls nicht unverändert geblieben, sondern hat sich merklich zusammengezogen. Damit im Zusammenhang steht vermuthlich auch die Erscheinung, dass die Zahl der ursprünglich vorkommenden schattirten Flecke bedeutend kleiner geworden ist und zwar dadurch, dass einzelne punktförmige Körnchen mit einander in grössere, sehr bestimmt hervorstechende Klümpchen verschmolzen sind[1].

Was die Gestalt der Kerne anlangt, so ist dieselbe im Allgemeinen ebenso schwankend, wie nach Zusatz von Essigsäure und Kalkwasser, wenn auch kreisförmige Kerne am häufigsten und zwar auch an jenen Blutkörperchen beobachtet werden, deren Totalgestalt eine vorwiegend langgestreckte ist. Von den letzteren ist namentlich noch zu erwähnen, dass sie durch das Elektrisiren in der Regel kürzer und breiter werden, mit anderen Worten successive in kreisförmige Scheiben sich umgestalten, wobei dann der Kern gleichfalls kreisrund erscheint, oder die Gestalt des frischen Blutkörperchens aufweist.

Nicht selten findet man auch langgestreckt birnförmige, sowie nieren- und halbmondförmige Kerne (16 *e*).

Über die Grösse jener Kerne, die sich durch fortgesetztes Elektrisiren nicht weiter mehr verändern lassen, kann im Allgemeinen nur gesagt werden, dass sie bedeutend kleiner sind, als die durch Essigsäure erzeugten Centralgebilde und nicht viel grösser als die durch Kalkwasser erhaltenen.

Die Blutkörperchen, die nach 30—50 Schlägen die angegebenen Veränderungen noch nicht erlitten haben, pflegen sich

---

[1] Vergl. Golubew l. c.

überhaupt nicht weiter mehr zu verändern und selbst dann nicht, wenn mittelst des Rhumkorff'schen Apparates ungezählte Schläge während einer halben Stunde auf dieselben einwirken, natürlich unter der Voraussetzung, dass das Blutserum noch keineswegs verdunstet ist.

Zu bemerken vergass ich, dass die granulirte Randschichte der elektrisirten Blutscheiben zuweilen sehr schmal erscheint, ja oft fast nur in Gestalt einer Linie zu sehen ist, die allerdings locale Erweiterungen besitzen kann (16 *g*). Verhältnissmässig selten ist dann die Erscheinung, dass die Kerne beim Elektrisiren ganz oder doch theilweise aus der genannten Schichte herausgerissen werden (16 *h*).

Untersucht man die elektrisirten Blutpräparate nach ihrer vollständigen Vertrocknung, z. B. nach 4 Wochen, so sind die meisten Blutkörperchen noch deutlich zu unterscheiden. Gewöhnlich erscheinen sie als grosse kreisrunde oder breit elliptische, gleichmässig blass-buttergelb gefärbte Scheiben. In der Mitte, entsprechend dem Kerngebilde, gewahrt man eine geringe Convexität, welche allmälig in eine ringförmige flache Rinne sich absetzt. Letztere dürfte höchst wahrscheinlich mit der mittleren hellen Zone zu identificiren sein, welche ihrerseits wieder von einem schmalen Rahmen umgeben wird, der nach aussen in eine ungleich vertheilte granuläre Masse sich auflöst (16 *i*).

Den muthmasslichen Umriss eines mittleren Verticalschnittes durch die eingetrockneten elektrisirten und die ganz frischen Blutscheiben habe ich in Fig. 16 *k* dargestellt.

Diese beiden Diagramme scheinen mir ein wichtiger Beleg für die Richtigkeit der obigen Angabe zu sein, dass nämlich durch den elektrischen Strom eine Scheidung der Substanz der Blutkörperchen in eine centrale (Kern) (*cc*) und in eine peripherische Schichte (*a*) erfolgt, womit naturgemäss eine locale Verdünnung (bei *b*) erfolgen muss, die sich auch durch ihre erhöhte Pellucität zu erkennen gibt.

Im Ganzen und Grossen die nämliche Wirkung bringen bekanntlich auch verschiedene Reagentien (Essigsäure, Kalkwasser u. s. f.) hervor.

Fassen wir alles bisher über die Natur der Insektenblutkörperchen Mitgetheilte zusammen, so werden wir dieselben

als primäre (G. Jaeger) oder sogenannte nackte Zellen ansprechen müssen, deren Kern entweder ganz fehlt oder vom körnigen Protoplasma und den daran haftenden Fettkügelchen verdeckt wird.

Eine offene Frage bleibt es aber, ob die kernhaltigen und die (selbst nach Essigsäure-Zusatz) kernlos erscheinenden Nacktzellen als wirklich ungleichartige Formbestandtheile aufzufassen sind, oder nur verschiedene Altersstufen darstellen, insoferne sich etwa vor dem Zerfall eines Körperchens dessen Kern auflöst. Einige Blutzellen sind aber entschieden zeitlebens kernlos (*Cossus ligniperda*-Raupe Fig. 25 *a*, *b*) [1].

---

[1] Ausser dem Einfluss verschiedener Reagentien, sowie der Elektricität auf die Blutkörperchen haben wir auch jene Erscheinungen studirt, welche höhere Wärme- und bedeutende Kältegrade hervorbringen, nach beiden Richtungen aber fast nur negative Resultate erzielt, obwohl die von competenten Seiten empfohlenen Vorsichtsmassregeln nicht ausser Acht gelassen wurden. Was speciell die Frierversuche betrifft, so sei nur bemerkt, dass z. B. das blass-weingelbe Blut der Weidenbohrerraupe beim Frieren einen etwas abweichend gefärbten, nämlich chokoladebraunen Kuchen bildet, die Körperchen aber bei wiederholtem Frieren und Wiederaufthauen (scheinbar wenigstens) ganz intact blieben. Das Letztere war auch der Fall mit den Blutkörperchen der Ligusterschwärmerpuppe und anderer Insekten, selbst dann, wenn das Blut stundenlange im gefrorenen Zustand belassen wurde.

Bezüglich der von H. Landois öfter beobachteten Theilung von Blutkörperchen kann ich gestützt auf zahlreiche und, wie ich glaube, sehr sorgfältige Untersuchungen, behaupten, dass sich solche Theilungen, welche vom Kerne aus ihren Anfang nehmen, unter keinerlei Umständen erkennen lassen; Landois mag sich auch in diesem Punkte getäuscht haben.

Was schliesslich die Krystallbildungen an den Blutkörperchen anlangt, so stammen diese nicht immer, wie Landois glaubt, von Globulin her, sondern verdanken ihren Ursprung vielfach auch den an den Blutkörperchen haftenden Fetten. Da über die chemische Constitution der Blutkörperchen sowohl als der Blutflüssigkeit nur Chemiker vom Fach entsprechenden Aufschluss geben können, so habe ich es unterlassen, meine diesbezüglichen Erfahrungen hier mitzutheilen.

Erklärung der Abbildungen.

(Die meisten Objecte sind circa 800mal vergrössert dargestellt.)

Fig. 1. *a—g* Blutkörperchen von *Stenobothrus dorsatus*. (Ganz dieselben Hauptformen finden sich auch bei den meisten übrigen Geradflüglern, sowie bei anderen Insekten.)

„ 2. *a* Blutkörperchen derselben Art mit hervortretendem Kern nach Einwirkung von Äther, *b* ein solches von schlangenförmig gebogener Gestalt.

„ 3. Blutkörperchen desselben Thieres nach längerem Liegen in Äther.

„ 4. *a—e* Dasselbe nach Essigsäure. (Das Grössenausmass ist bei den Figuren 1—15 *e* möglichst verhältnissmässig genommen; dasselbe gilt für die Abbildungen 16, 19 u. 20—23.)

„ 5. Dasselbe nach Erhitzung mit Essigsäure.

„ 6. Dasselbe nach Alkoholeinwirkung.

„ 7. Nach Erwärmung mit Alkohol.

„ 8. *a—f* Dasselbe nach Wasserzusatz. (Die Figuren *a—e* stellen die allmälige Veränderung der Körperchen dar.)

„ 9. Dasselbe nach Erwärmung in Wasser bis auf 60° R. (in der feuchten Kammer).

„ 10. *a—e* Successive Veränderung der Blutscheiben von *Ephippigera vitium* nach Zusatz von Ammoniakwasser.

„ 11. Blutkörperchen von der Ligusterschwärmerraupe nach Ammoniakwasser- und nachherigem Essigsäurezusatz.

„ 12. *a—c* Blutkörperchen von *St. dorsatus* nach 14 Tage langem Liegen im Glycerin.

„ 12.* Dasselbe nach längerem Kochen in einem Gemisch von Äther und Essigsäure.

„ 13. Blutkörperchen von *Sphinx ligustri* (Raupe) nach Einwirkung von Ammoniakwasser und Essigsäure und gleichzeitiger Karmintinction im halb eingetrockneten Zustand.

„ 14. *a—b* Blutscheiben von *St. dorsatus* nach Einwirkung verschiedener Salze (vgl. d. Text).

„ 15. *a—e* Successive Veränderung der Blutkörperchen des gleichen Insektes durch Kalkwasser. *f* Gruppe von mit Kalkwasser

behandelten Körperchen bei geringerer Vergrösserung. *g*. Dasselbe nach Essigsäurezusatz und *h* nach Behandlung mit Ammoniakwasser und späterer Essigsäurezuthat.

Fig. 16. *a—l* Elektrisirte Blutkörperchen von *St. dorsatus, variabilis* und *pratorum*. *a* frische Blutscheibe, *b* nach 2—10 Inductionsschlägen, *c* bis *h* Blutkörperchen, die sich durch Inductionsschläge nicht weiter mehr verändern lassen, *i* eingetrocknete elektrisirte Blutscheibe, *k* muthmasslicher Verticaldurchschnitt eines elektrisirten, *l* eines frischen Blutkörperchens.

„ 17. Untereinander verschmolzene Blutkörperchen des *St. dorsatus* in den Maschen des Fibringerinnsels.

„ 18. Blutkörperchen einer *Asylus spec.*

„ 19. *a* Stäbchen-, *b* kreisförmige Körperchen aus dem Blute von *Staphylinus caesareus*. *b'* letztere nach Essigsäureeinwirkung.

„ 20. Blutkörperchen einer fast ausgewachsenen Maikäferlarve.

„ 21. *a* Frische, *b* durch Erwärmung mit Essigsäure und Äther von den anhaftenden Fetttheilchen befreite Blutkörperchen von *Adimonia tanaceti* L.

„ 22. a_1—a_5 Successive Umwandlung der spindelförmigen Schleimzellen von *Helix pomatia* in kugelförmige durch Wasser. a_6 Dasselbe nach Essigsäure; *b* kreisrunde, *b'* amoebenartige Blutkörperchen desselben Thieres, *b''* nach längerem Liegen in Essigsäure.

c Mit Essigsäure behandelte Blutkörperchen des *Helix verticillus, d* eine Gruppe frischer Blutkörperchen derselben Schnecke mit ihren pseudopodienartigen Fortsätzen nach längerem Stehen.

„ 23. Fettzelle, theils im Blute freischwimmend, theils als Element des Fettkörpers am unentwickelten Hoden von *Thamnotrizon cinereus* beobachtet.

„ 24. Protensartiges Blutkörperchen der Raupe von *Saturnia pyri* nach längerem Stehen.

„ 25. Blutkörperchen einer 30 u. 50 Mm. langen Weidenbohrerraupe. *a—f* Im unveränderten Zustand (Formen *c* u. *f* seltener), *g* die Form *f* nach Essigsäureeinwirkung bei tiefer, *h* bei hoher Tubuslage, *i* nach Schwefeläther.

„ 26. Die Hauptformen der im blassgrünlichen Blut der Ligusterschwärmerpuppe vorkommenden mehr weniger fettreichen Körperchen. *c'* Zeigt die schliessliche Veränderung der Form *c* nach Kalkwasserzusatz.